

Investigando os métodos de avaliação de usabilidade para sistemas colaborativos: um mapeamento sistemático da literatura

Karine Alessandra Cordova¹, Maria Teresa Silva Santos¹,
Claudia Pimentel¹, Isabela Gasparini¹

¹ Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Joinville - SC

Abstract. *From a systematic mapping of the literature, this paper seeks to identify the current scenario of usability evaluation methods for collaborative systems. This type of evaluation becomes a challenge, as there may be problems that are only identified in collaborative situations, since the methods used to evaluate non-collaborative systems cannot explore these aspects. The mapping was carried out through digital libraries, totaling 90 papers found, and after applying the inclusion and exclusion criteria, 15 papers were analyzed. The results describe the most used methods achieved in the evaluations.*

Resumo. *A partir de um mapeamento sistemático da literatura, este artigo busca identificar o cenário atual de métodos de avaliação de usabilidade para sistemas colaborativos. Esse tipo de avaliação torna-se um desafio, pois pode haver problemas que só são identificados em situações de colaboração, uma vez que os métodos utilizados para avaliar sistemas não colaborativos não conseguem explorar esses aspectos. O mapeamento foi realizado por meio das bibliotecas digitais totalizando 90 artigos encontrados, e após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, 15 artigos foram analisados. Os resultados descrevem os métodos alcançados mais utilizados nas avaliações.*

1. Introdução

A visão de sistemas computacionais em ambientes de trabalho mudou radicalmente com os sistemas colaborativos, seus modelos sugerem a possibilidade de equipes distribuídas geograficamente e temporalmente poderem colaborar [Almeida and Baranauskas 2008]. Com a popularização da Internet e de dispositivos móveis, novas demandas surgiram em relação ao desenvolvimento de sistemas mais robustos para atender as necessidades dos usuários e pesquisas multidisciplinares para compreender toda a diversidade de competências de uso desses sistemas [Almeida and Baranauskas 2008]. Como os sistemas colaborativos são uma nova classe de sistemas computacionais, existem certas particularidades que devem ser levadas em consideração durante um projeto, como o impacto social, que vai além da satisfação do usuário, ele é fundamental para o sucesso ou fracasso do sistema, e deve ser cuidadosamente considerado, porém, esta é uma tarefa árdua e nem sempre possível [Prates 2011].

A usabilidade é um dos pilares que descreve a qualidade de uso de um sistema e está relacionada com a maneira como o uso de um sistema interativo no ambiente de trabalho é afetado por características do usuário [Barbosa et al. 2021]. Essa é uma qualidade importante pois interfaces com usabilidade aumentam a produtividade dos

usuários, diminuem a ocorrência de erros e contribuem para a satisfação dos usuários [Winckler and Pimenta 2002]. A usabilidade está relacionada ao tipo de aplicação em questão, perfil dos usuários e contextos de uso, e quando a usabilidade é levada em conta durante o processo de desenvolvimento de sistemas, vários problemas podem ser eliminados como por exemplo tornar informações facilmente disponíveis aos usuários e evitar a frustração de não encontrar informações no sistema. [Winckler and Pimenta 2002].

Embora vários métodos de avaliação de usabilidade foram desenvolvidos para explorar problemas em sistemas computacionais, apenas alguns métodos foram desenvolvidos para avaliar sistemas colaborativos [Geszten et al. 2020]. A avaliação desse tipo de sistema é um desafio porque além dos problemas de usabilidade individuais, sistemas colaborativos também tem problemas de usabilidade em nível de equipe, problemas que só ocorrem em uma situação colaborativa e que não podem ser exploradas usando métodos de avaliação de usabilidade de software de único usuário [Geszten et al. 2020].

Ao identificar a relevância da avaliação de usabilidade em sistemas colaborativos, o trabalho de Santos et al. (2012) traz uma revisão sistemática sobre métodos de avaliação de sistemas colaborativos, inclusive sobre a avaliação de usabilidade desses sistemas, levantamento realizado entre os anos de 2000 e 2012, resultando em 29 trabalhos selecionados. O trabalho apresenta uma revisão sistemática de literatura que busca responder a seguinte questão: Qual o panorama atual da pesquisa em métodos de avaliação de sistemas colaborativos?. Com base nos resultados, as autoras do artigo [Santos et al. 2012] identificaram quais pesquisas os métodos de avaliação tinham como objetivo mostrar como o método funciona, e também quais os métodos em que o propósito era realizar uma avaliação de um sistema colaborativo, além disso realizaram uma análise dentre os métodos encontrados, sobre quais deles eram novos, adaptados ou existentes. Os métodos de avaliação que foram mais utilizados são os métodos adaptados, pois segundo as autoras, a grande maioria dos métodos escolhidos não são voltados para avaliação de sistemas colaborativos, logo, as adaptações se fazem necessárias para que o método possa contemplar a parte colaborativa do sistema avaliado.

Tendo em vista que os resultados do trabalho de Santos et al. (2012) demonstram o estado da arte da avaliação de sistemas colaborativos até o ano de 2012 e que neste período a grande maioria dos métodos de avaliação de usabilidade utilizados eram os mesmos utilizados para aplicações individuais ou ainda adaptações destas, percebeu-se a importância de realizar um mapeamento sistemático da literatura para verificar como está o cenário atual de métodos de avaliação de sistemas colaborativos, evidenciando que não trata-se de uma continuação do trabalho de Santos et al. (2012), mas sim um novo trabalho que visa entender se houve mudanças nos tipos de métodos utilizados comparados com o estudo de 2012, se surgiram métodos novos para avaliação de sistemas colaborativos, quais são as dificuldades encontradas atualmente em realizar este tipo de avaliação, verificar se os métodos utilizados atualmente são novos, adaptados ou existentes e quais os benefícios de se realizar este tipo de avaliação. Desta forma, este trabalho realizou um mapeamento sistemático da literatura sobre a avaliação de usabilidade de sistemas colaborativos.

2. Mapeamento Sistemático da Literatura

Esta pesquisa tem como objetivo realizar um levantamento de trabalhos que realizam avaliações em sistemas colaborativos, a fim de entender como são realizadas as avaliações de usabilidade neste tipo de sistema. Esse levantamento ajudou a responder a questão principal de pesquisa [QP] deste trabalho: **Qual o cenário atual dos métodos de avaliação de usabilidade para sistemas colaborativos?** Para ajudar a responder essa questão foram criadas algumas questões específicas:

- QE1 Quais métodos de avaliação de usabilidade estão sendo utilizados para avaliar os sistemas colaborativos?
- QE2 O método utilizado no artigo é novo, adaptado ou existente?
- QE3 Quais os prós e contras da utilização do método de avaliação escolhido?

2.1. Processo de Pesquisa

A pesquisa apoiou-se no trabalho de [Santos et al. 2012], porém trazemos um panorama mais atual e com algumas questões de pesquisa diferentes, realizando um levantamento dos trabalhos publicados entre 2012 e 2021, buscando encontrar novos trabalhos nessa área que está em constante evolução. As bibliotecas digitais utilizadas foram IEEE Xplore, ACM e Scopus escolhidas de acordo com a importância e visibilidade que estas bases possuem no meio acadêmico na área de computação. A busca nas bibliotecas realizou-se buscando artigos de 2012 a 2021, por meio da seguinte string de busca: (*"collaboration software"OR "collaborative software"OR "collaboration system"OR "collaborative system"OR "groupware"OR "computer supported cooperative work"OR "cscw"*) AND (*"evaluation"OR "testing"OR assessment* OR "evaluation methods"*) AND (*"usability"OR "ux"OR "user experience"OR "hci"OR "human computer interaction"*). O processo de avaliação da string de busca deu-se através das análises das autoras, e passou pela supervisão da professora da disciplina de Interação Humano Computador.

Após a busca nas bibliotecas, três fases foram realizadas, sendo elas, a fase 1 em que realizou-se a leitura dos títulos dos trabalhos, eliminando os trabalhos cujos títulos não faziam nenhuma relação com o tema, na fase 2 realizou-se a leitura dos resumos dos artigos, possibilitando um entendimento maior sobre os objetivos dos trabalhos, excluindo também os trabalhos que não teriam relevância, e por fim na fase 3 ocorreu a eliminação dos artigos que não respondiam a nenhuma das questões de pesquisa, por meio da leitura integral dos artigos. Visando proporcionar maior embasamento para realizar cada fase, foram aplicados alguns critérios de exclusão, sendo eles, trabalhos duplicados que falam sobre o mesmo estudo, trabalhos que não avaliam aspectos de usabilidade em sistemas colaborativos e artigos não disponíveis para download de forma gratuita. Foram utilizados também alguns critérios de inclusão, que visam identificar quais trabalhos possuem relevância para a pesquisa, tais como ser um artigo primário sobre avaliação de sistemas colaborativos, ter sido publicado entre 2012 a 2021, possuir as palavras da expressão no título/resumo/palavras chave e por fim, ter uma aplicação prática. A Tabela 1 apresenta a quantidade inicial de artigos resultantes da busca em cada uma das bases, e suas devidas quantidades após aplicar-se os critérios.

Tabela 1. Número de Artigos

Base	Pesquisa	Após Critérios
ACM	23	4
IEEE	11	6
Scopus	56	5
TOTAL	90	15

Na Fase 3, utilizou-se os mesmos critérios de qualidade do trabalho de [Santos et al. 2012], pois nos permite entender se o artigo atende ou não ao objetivo da pesquisa. Cada item foi avaliado com “sim”, “talvez” e “não” e foram pontuados respectivamente com 1, 0,5 e 0, de acordo com peso que cada critério possui e também com o grau de importância, podendo ser considerado como Peso 1 - Baixo Grau de Importância, Peso 2 - Médio Grau de Importância e Peso 3 - Alto Grau de Importância para responder às questões listadas na Tabela 3. Esse processo foi realizado por três pesquisadoras, que discutiram e acordaram sobre cada aspecto.

Além disso, à medida que era realizada a leitura completa dos artigos, foram coletados alguns dados, através de uma lista de itens classificados como importantes para a análise. O objetivo dessa lista era organizar as principais informações de cada trabalho de forma a garantir a padronização das informações extraídas, tornando mais fácil o processo de análise de cada trabalho. As informações coletadas foram baseadas nas questões de pesquisa e podem ser visualizadas na Tabela 3. O processo de avaliação dos trabalhos foi realizado por três pesquisadoras, e caso houvesse dúvidas se um artigo deveria ou não ir para a próxima fase, definiu-se prosseguir com o mesmo para uma análise mais detalhada na fase seguinte.

2.2. Artigos Selecionados

Durante o estudo foram selecionados 15 trabalhos relacionados a métodos de avaliação de usabilidade para sistemas colaborativos. Os métodos apresentados pelos artigos selecionados são expostos na Tabela 3, com as devidas classificações e identificações. Estes, foram identificados e classificados em 5 colunas, sendo elas, id do estudo/número da referência, ano de publicação, método avaliativo utilizado, tipo do método (*novo, adaptado e existente*) e valor total da qualidade do artigo, calculado utilizando os critérios da Tabela 2.

Tabela 2. Critérios de Qualidade

Critérios de Qualidade	Peso
O estudo define claramente o objetivo da pesquisa (define questão de pesquisa)?	1
O artigo responde às questões de pesquisa definidas?	1
O artigo relata os passos do método que foram seguidos para a avaliação?	2
O artigo cita o contexto do sistema colaborativo em análise?	3
O artigo apresenta a motivação para a escolha do método?	1
Apresenta dificuldades para avaliar o sistema colaborativo?	2
O artigo apresenta o custo/benefício de utilizar o método estudado?	3
O artigo mostra quantos usuários foram necessários para realizar o estudo?	2
TOTAL	15

Tabela 3. Referências dos Trabalhos Analisados

ID/REF	Ano	Método	Tipo	Qualidade
1 [Li et al. 2013]	2013	Abordagem baseada na visualização integrativa	Existente	10
2 [Krischkowsky et al. 2013]	2013	Avaliação Heurística	Existente	8
3 [Dew et al. 2015]	2015	Mecânica de colaboração de Gutwin e Greenberg (MoC)	Existente	11
4 [Medina and Nieto-Reyes 2015]	2015	Ambiente que automatiza o processo de avaliação de usabilidade	Novo	8
5 [Torres et al. 2020]	2016	Taxa de sucesso por método de tarefa	Existente	9,5
6 [Sosa-García and Odone 2017]	2017	Análise comparativa com aplicativos existentes	Existente	10
6 [Sosa-García and Odone 2017]	2017	Testes de campo	Existente	10
6 [Sosa-García and Odone 2017]	2017	Questionário	Existente	10
7 [Athukorala et al. 2017]	2017	Pós-questionário	Existente	7,5
7 [Athukorala et al. 2017]	2017	Entrevista	Existente	7,5
8 [Geszten et al. 2017]	2017	Método empírico de teste de usabilidade da equipe (Estudo Piloto)	Novo	5
9 [Khadka et al. 2018]	2018	Entrevista	Existente	5
10 [Geszten et al. 2018]	2018	Teste de usabilidade da equipe	Adaptado	11
11 [Kurahashi et al. 2018]	2018	Avaliação de protótipo	Existente	9
11 [Kurahashi et al. 2018]	2018	Questionário	Existente	9
11 [Kurahashi et al. 2018]	2018	Entrevista	Existente	9
12 [Teo et al. 2019]	2019	Questionário	Existente	10
12 [Teo et al. 2019]	2019	Escala de Usabilidade do Sistema	Existente	10
13 [Geszten et al. 2019]	2019	Observação	Existente	10
13 [Geszten et al. 2019]	2019	Notas de campo	Existente	10
13 [Geszten et al. 2019]	2019	Entrevistas	Existente	10
14 [Geszten et al. 2020]	2020	Teste de usabilidade da equipe	Adaptado	9
15 [Bringas et al. 2021]	2021	Proposta de framework para identificar sequências de interações que causam problemas de usabilidade	Novo	10

3. Análise

Para respondermos a questão principal de pesquisa (QP), os artigos coletados nas três bases foram analisados tendo como principal objetivo, responder as questões específicas (QE). Para a análise, durante a fase 3 foram coletados os dados listados na Tabela 3. Na presente etapa, apresentamos cada uma das três questões específicas, a resposta obtida através desta análise e alguns gráficos com informações importantes, para responder a questão mais geral de pesquisa (QP).

3.1. Análise Geral

Nesta seção serão apresentadas alguns dados consolidados dos artigos avaliados (que passaram pelas 3 fases) evidenciando algumas informações como a quantidade de artigos por base, os anos e países das publicações e a quantidade de participantes nas avaliações de usabilidade realizadas pelos autores.

A quantidade de trabalhos avaliados em cada uma das bases pesquisadas foi de 4 artigos na biblioteca digital da ACM, 5 artigos na Scopus e 6 artigos na IEEE Xplore, sendo esta a que resultou um maior número de artigos. Como o presente trabalho levantou publicações de 2012 a 2021, a Figura 1 apresenta a quantidade de trabalhos avaliados por ano, onde percebe-se que foram encontrados trabalhos em todos os anos, inclusive em 2021, apesar deste levantamento ter sido realizado em Maio de 2021. Outra informação é saber quais países estão realizando pesquisas na área de avaliação de sistemas colaborativos, como podemos ver na Figura 2 o país que teve uma representatividade maior foi a Hungria com 3 trabalhos, seguidos da Itália, Espanha, EUA com 2 trabalhos cada país.

A seguir são respondidas as questões específicas definidas na Seção 2 e para isso é necessária a categorização dos métodos utilizados, consideramos a existencia de métodos novos, adaptados e existentes. Os *métodos novos* são considerados aqueles métodos utilizados para avaliar sistemas colaborativos pela primeira vez, ou seja, ainda não há outras

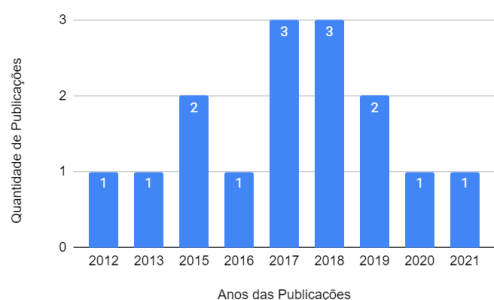


Figura 1. Anos das Publicações

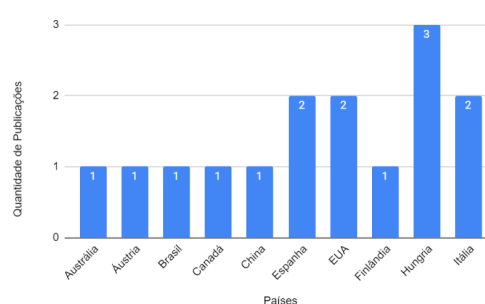


Figura 2. Países das Publicações

referências em publicações anteriores sobre ele. Os *métodos existentes* são considerados aqueles trabalhos que seguem os mesmos passos para a aplicação de um método que já existe, que já foi publicado anteriormente em outras pesquisas e não são alterados. Os *métodos adaptados* são considerados aqueles métodos já existentes mas com algumas modificações em sua aplicação.

3.2. Questão Específica 1

Observando o tipo do artigo e iniciando com os trabalhos que apresentaram métodos novos, utiliza-se como exemplo o artigo [Bringas et al. 2021], que apresenta uma nova estrutura de software baseada em redes neurais que apoia a coleta de informações homem-máquina para a melhor avaliação da usabilidade do sistema. É construído um *framework* que identifica a sequência de interações relacionadas a problemas de usabilidade quando os usuários realizam atividades colaborativas. Como ponto positivo este método criado não necessita diretamente de um especialista para descobrir o problema, porém este método, sem o especialista não é capaz de identificar a causa.

Já o método novo apresentado no artigo [Geszten et al. 2017] mostra a problemática da avaliação da usabilidade colaborativa, observa que a maior parte dos métodos encontrados avalia apenas de maneira individualizada, propondo um novo método empírico de avaliação em grupo, a fim de preencher esta lacuna avaliativa. Apesar de apresentar um estudo concreto, os autores apenas planejaram o novo método e não o apresentaram de fato. Pretendem criar o método com o suporte de testes pilotos e estudos de campo e para isso utilizarão a análise de comunicação, análise de comportamento e entrevistas pós-experimento para então compreenderem profundamente a nível da equipe os problemas de usabilidade.

Quanto aos artigos que apresentaram métodos já existentes, em sua maioria pouco mostraram sobre a forma de aplicação e não se aprofundaram na explicação de como utilizaram o método para o contexto colaborativo. Quase todos não observaram se, de fato, o método utilizado é aplicável a sistemas colaborativos sem a necessidade de alterações. Os artigos que apresentam os métodos adaptados, da mesma forma que os que apresentaram métodos novos, afirmam que a grande maioria dos métodos, inclusive os específicos para avaliação de softwares colaborativos e utilizados em grupo, não conseguem avaliar de fato a usabilidade coletiva, pois decaem sobre as avaliações individuais. Ambos artigos que propõem adaptações a métodos existentes, utilizam o *team usability testing*, que nada mais é do que um método envolvendo múltiplos usuários realizando tarefas indivi-

dualmente, mas simultaneamente, com um ou vários testadores observando e interagindo com os participantes. Este método surgiu como uma solução para a limitação temporal e a disponibilidade de muitos usuários reunidos em um único lugar. Por fim, para responder esta questão específica, a Tabela 3 foi elaborada, que apresenta uma visão geral de todos os métodos encontrados neste mapeamento sistemático.

3.3. Questão Específica 2

Nos trabalhos analisados percebeu-se uma grande utilização de métodos de usabilidade já existentes nas avaliações de sistemas colaborativos, totalizando em aproximadamente 66,66% dos artigos, o que indica que os métodos mais utilizados não foram construídos especificamente para sistemas colaborativos, fazendo com que haja uma limitação no processo de avaliação de sistemas colaborativos como um todo. Com 20% dos trabalhos estudados, encontra-se a utilização de métodos novos, o que é importante para o avanço de avaliações e pesquisas voltadas para sistemas colaborativos. Os outros 13,33% dos trabalhos utilizaram métodos de avaliação adaptados, no trabalho de [Geszten et al. 2018] realizou-se um teste de usabilidade baseado na mecânica de colaboração para explorar problemas de usabilidade em nível de equipe de software colaborativo, envolvendo no método aspectos de comunicação, análise do comportamento e análise do pós-experimento através de entrevistas. De maneira similar, [Geszten et al. 2020] utilizou um método de avaliação chamado de teste de usabilidade em equipe, onde avaliou a usabilidade em tempo real com a utilização de questionários, gravações de comportamento na tela e entrevistas, baseando-se também na mecânica da colaboração.

3.4. Questão Específica 3

Onze trabalhos analisados citam aspectos que podem ser considerados como prós e contras dos métodos utilizados. Para responder esta questão utilizamos apenas os trabalhos que apresentaram estes pontos, que representam 73,33% dos artigos.

A maioria dos trabalhos que citaram prós e contras acabaram não se aprofundando nos detalhes, mas foi levantado como pontos positivos mais relevantes: no método apresentado em [Li et al. 2013] que facilita a avaliação da usabilidade através de ferramentas visuais, como gráficos; no método apresentado em [Bringas et al. 2021] que encontra problemas de usabilidade sem ser necessária a participação de especialistas; no método apresentado em [Dew et al. 2015] que avalia o sistema a partir de protótipos, evitando o trabalho de implantar o sistema em diversos ambientes para realizar testes e o método apresentado; em [Geszten et al. 2018] que utiliza a consciência básica, que se trata de saber quem está no espaço de trabalho, o que estão fazendo e onde, um importante aspecto de sistemas colaborativos para que a avaliação seja mais eficiente. Em geral a maioria dos métodos cumpriram seu papel, indicando acertos e erros nas interfaces, sendo possível identificar melhorias a se fazer. Poucos artigos analisados apresentaram pontos negativos nos métodos empregados, os mais relevantes são: no método apresentado em [Krischkowsky et al. 2013] mostra que plataformas com muitas funcionalidades podem acabar deixando processos muito complexos, dificultando a análise, no método apresentado em [Bringas et al. 2021] mesmo não sendo necessário um especialista para analisar onde ocorre os problemas de usabilidade, ele é necessário para analisar o porque o problema ocorreu e como deve ser mitigado e por fim de acordo com o trabalho de [Geszten et al. 2020] foi levantada a necessidade de avaliar outros aspectos dos sistemas colaborativos além da usabilidade, para que a avaliação seja feita de maneira completa.

4. Discussão

Nossa inspiração para este mapeamento sistemático [Santos et al. 2012] abordou um tema semelhante, porém diferenciando-se pelo fato de avaliarem de forma geral os métodos de avaliação de sistemas colaborativos, um panorama, e não especificamente a avaliação da usabilidade, desta forma, não é possível comparar seus resultados.

Tendo em vista a questão principal de pesquisa, *[QP] Qual o cenário atual dos métodos de avaliação de usabilidade para sistemas colaborativos?*, percebe-se que com os resultados e análises obtidas é possível entender melhor o cenário atual e respondê-la neste trabalho. Nota-se que há distribuição dos trabalhos em todos os anos, mostrando consistência da temática. O aumento das pesquisas com este tema pode indicar que esta problemática ainda é uma questão aberta de pesquisa. Os anos de 2020 e 2021 apresentaram números baixos, porém, entende-se que pelas circunstâncias da pandemia mundial os trabalhos de pesquisa possam ter sofrido alguma interferência quanto ao número de publicações. Além disso, a busca ocorreu em maio de 2021 e por isso diversos artigos podem não ter sido indexados.

Os estudos que apresentaram novos métodos não mostraram-se suficientes, foram apresentados métodos específicos para cada sistema, trazendo então a necessidade do investimento nesta área. Sabe-se que não existe método que seja melhor que os demais, ainda assim, na decisão de que método usar os avaliadores devem apresentar e rever os custos e benefícios de cada um. Os artigos nem sempre os apresentaram, embora esta discussão seja necessariamente o primeiro passo na escolha do método, deixando mais uma vez clara a importância em investimentos em pesquisas que façam tais análises e que sejam assim apresentadas e incluídas nos artigos que discutem o uso de métodos avaliativos em sistemas colaborativos. Notou-se ainda uma oportunidade para que novos métodos sejam criados, a fim de buscar avaliar o grupo.

5. Conclusão

Este trabalho apresenta um mapeamento sistemático da literatura cujo objetivo é entender como tem sido realizada a avaliação de usabilidade de sistemas colaborativos, quais são os métodos utilizados, quais são seus prós e contras e se estão sendo criados novos métodos de avaliação, se estão sendo adaptados para utilização em sistemas colaborativos ou se são usados métodos previamente existentes. Como resultado foi verificado que a maioria dos trabalhos encontrados utilizam métodos previamente existentes e que cumprem o papel de identificar problemas de usabilidade, mas a maioria deles não apresenta qual são os prós e contras da utilização dos métodos selecionados.

Como contribuição, este trabalho permite que pesquisadores entendam como a usabilidade de sistemas colaborativos tem sido avaliada. Este trabalho também pode auxiliar pesquisadores que buscam como avaliar sistemas colaborativos ou que pretendem criar um novo método de avaliação, pois podem analisar algumas características dos métodos e como eles tem sido utilizados. Como trabalhos futuros é proposto um comparativo entre os métodos de avaliação de usabilidade de sistemas colaborativos que foram apresentados, para que sirva como base para pesquisadores ou especialistas que almejam avaliar um sistema colaborativo mas ainda não decidiram qual método que se ajusta da melhor forma no seu contexto de estudo.

Referências

- Almeida, L. D. A. and Baranauskas, M. C. C. (2008). Um prospecto de sistemas colaborativos: modelos e frameworks. In *Proceedings of the VIII Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems*, pages 204–213.
- Athukorala, K., Micallef, L., An, C., Reijonen, A., Peltonen, J., Ruotsalo, T., and Jacucci, G. (2017). Visualizing activity traces to support collaborative literature searching. In *Proceedings of the 10th International Symposium on Visual Information Communication and Interaction*, pages 45–52.
- Barbosa, S. D. J., Silva, B. S. d., Silveira, M. S., Gasparini, I., Darin, T., and Barbosa, G. D. J. (2021). *Interação Humano-Computador e Experiência do Usuário*. Autopublicação.
- Bringas, S., Duque, R., Nieto-Reyes, A., Tîrnăucă, C., and Montaña, J. L. (2021). A framework for identifying sequences of interactions that cause usability problems in collaborative systems. *Electronics*, 10(4):388.
- Dew, K., Turner, A. M., Desai, L., Martin, N., and Kirchhoff, K. (2015). Evaluating groupware prototypes with discount methods. In *Proceedings of the 18th ACM conference companion on computer supported cooperative work & social computing*, pages 183–186.
- Geszten, D., Hámomik, B. P., and Hercegfı, K. (2017). Measurement of team mental model as a part of a new team usability testing method: A proposed research agenda. In *2017 8th IEEE International Conference on Cognitive Infocommunications (CogInfoCom)*, pages 000291–000294. IEEE.
- Geszten, D., Hámornik, B. P., and Hercegfı, K. (2018). Exploring awareness related usability problems of collaborative software with a team usability testing approach. In *2018 9th IEEE International Conference on Cognitive Infocommunications (CogInfoCom)*, pages 000045–000050. IEEE.
- Geszten, D., Hámornik, B. P., and Hercegfı, K. (2019). Usability evaluation of a collaborative design software in the wild. In *2019 10th IEEE International Conference on Cognitive Infocommunications (CogInfoCom)*, pages 101–106. IEEE.
- Geszten, D., Hámornik, B. P., and Hercegfı, K. (2020). Empirical study of team usability testing: a laboratory experiment. *Cognition, Technology & Work*, pages 1–15.
- Khadka, R., Money, J. H., and Banic, A. (2018). Evaluation of scientific workflow effectiveness for a distributed multi-user multi-platform support system for collaborative visualization. In *Proceedings of the Practice and Experience on Advanced Research Computing*, pages 1–8.
- Krischkowsky, A., Weiss, A., Osswald, S., and Tscheligi, M. (2013). Evaluating a social media platform in a large-scale international company: A five action approach. In *2013 International Conference on Collaboration Technologies and Systems (CTS)*, pages 99–106. IEEE.
- Kurahashi, A. M., Stinson, J. N., van Wyk, M., Luca, S., Jamieson, T., Weinstein, P., Cafazzo, J. A., Lokuge, B., Cohen, E., Rapoport, A., et al. (2018). The perceived ease of use and usefulness of loop: evaluation and content analysis of a web-based clinical collaboration system. *JMIR human factors*, 5(1):e7882.

- Li, J., Zhang, D., and Zhang, P. (2013). Supporting dynamic situation awareness in on-line group discussion: A visualization approach. In *2013 46th Hawaii International Conference on System Sciences*, pages 470–479. IEEE.
- Medina, R. D. and Nieto-Reyes, A. (2015). Measuring the usability of groupware applications with a model-driven method for the user interaction analysis. In *Proceedings of the XVI International Conference on Human Computer Interaction*, pages 1–2.
- Prates, R. O. (2011). Interação em sistemas colaborativos. *Sistemas Colaborativos. Rio de Janeiro: Elsevier*, pages 264–293.
- Santos, N. S., Ferreira, L. S., and Prates, R. O. (2012). An overview of evaluation methods for collaborative systems. In *2012 Brazilian Symposium on Collaborative Systems*, pages 127–135. IEEE.
- Sosa-García, J. and Odone, F. (2017). “hands on” visual recognition for visually impaired users. *ACM Transactions on Accessible Computing (TACCESS)*, 10(3):1–30.
- Teo, T., F. Hayati, A., A. Lee, G., Billingham, M., and Adcock, M. (2019). A technique for mixed reality remote collaboration using 360 panoramas in 3d reconstructed scenes. In *25th ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology*, pages 1–11.
- Torres, M. J. R., Barwaldt, R., Pinho, P. C. R., de Topin, L. O. H., and Otero, T. F. (2020). An auditory interface to workspace awareness elements accessible for the blind in diagrams’ collaborative modeling. In *2020 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, pages 1–7. IEEE.
- Winckler, M. and Pimenta, M. S. (2002). Avaliação de usabilidade de sites web. *Escola de Informática da SBC Sul (ERI 2002). Porto Alegre*, 1:85–137.